

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт  
институт  
Межинститутская базовая кафедра  
«Прикладная физика и космические технологии»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ В.Е. Косенко  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

«Инновационные технологии при производстве приборов  
многофункциональных космических аппаратов»  
тема

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
код и наименование направления

15.04.05.02 «Технология космических аппаратов»  
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	_____	_____	_____
	подпись, дата	Профессор МБК ПФ и КТ, д-р техн. наук должность, ученая степень	<u>В.В. Двирный</u> инициалы, фамилия
Выпускник	_____	_____	<u>Е.А. Старостин</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата		
Рецензент	_____	_____	_____
	подпись, дата	Зам. нач. цеха АО «ИСС» должность, ученая степень	<u>М.С. Московских</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	_____	_____
	подпись, дата		<u>Е.С. Сидорова</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт  
институт  
Межинститутская базовая кафедра  
«Прикладная физика и космические технологии»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ В.Е. Косенко  
подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
**в форме магистерской диссертации**

Студенту Старостину Евгению Александровичу

Группа: МТ17-04М Направление (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Тема выпускной квалификационной работы: «Инновационные технологии при производстве приборов многофункциональных космических аппаратов»

Утверждена приказом по университету № 15408/ с от 24.10.2017

Руководитель ВКР: Двирный Валерий Васильевич, д-р техн. наук, проф.

Цель работы состоит в оценке конструкторско-технологического потенциала при создании бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) перспективных спутниковых платформ негерметичного исполнения с длительным сроком активного существования. Отработка гипертеплопроводящих секций для применения в бортовой РЭА перспективных спутниковых платформ.

Научная и практическая ценность ожидаемых результатов состоит в отработке гипертеплопроводящих секций для применения в бортовой РЭА перспективных спутниковых платформ.

Исходные данные для ВКР: Основные требования и исходные данные состоят в тепловых и механических испытаниях отработки макета комплекса энергопреобразующего.

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР): Анализ конструкционных решений, анализ инновационного потенциала, отработка гипертеплопроводящих секций для применения в перспективных космических аппаратах.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ В.В. Двирный  
подпись

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ Е.А. Старостин  
подпись

«05» октября 2017 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Инновационные технологии при производстве приборов многофункциональных космических аппаратов» содержит 80 страниц текстового документа, 16 использованных источников.

КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА, ГИПЕРТЕПРОВОДЯЩИЕ СЕКЦИИ, СПУТНИКОВАЯ ПЛАТФОРМА, КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ.

Объект – область целесообразного использования гипертеплопроводящих секций.

Цель ВКР – исследование области целесообразного использования гипертеплопроводящих секций.

Задачи ВКР:

- провести наземно-экспериментальную отработку гипертеплопроводящих секций для применения в бортовой радиоэлектронной аппаратуре перспективных спутниковых платформ;
- ознакомиться с методикой расчета механических и тепловых характеристик гипертеплопроводящих секций;
- провести оценку области целесообразного применения гипертеплопроводящих секций.

В результате расчета механических и тепловых параметров макета комплекса энергопреобразующего была определена целесообразность применения гипертеплопроводящих секций для радиоэлектронной аппаратуры перспективных спутниковых платформ.

Практическая ценность данной работы заключается в том, что проведены и испытаны механические, тепловые характеристики гипертеплопроводящих секций.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	6
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Перспективы развития информационных спутниковых систем в России связаны с созданием негерметичных космических аппаратов (КА).

Развитие сложных электронных систем с применением электрорадиоизделий (ЭРИ) процессорной, силовой и радиочастотной направленности, значительные затраты на этапах их проектирования и изготовления вызывают необходимость осуществления типизации конструкций электронных модулей при создании радиоэлектронной аппаратуры. В этих условиях важное значение приобретают вопросы унификации и стандартизации конструкций, которые позволяют сократить ресурсы на ее проектирование, изготовление и эксплуатацию.

Актуальность внедрения интенсивных методов конструирования аппаратуры и эффективность внедрения базовых конструкций требует добиваться максимальной унификации узлов, деталей и осуществить меры по созданию машин, оборудования и приборов на основе блочно-модульных и базовых конструкций. Решение задач внутривидовой и межвидовой унификации и стандартизации в сочетании с внедрением базовых конструкций позволяет существенно увеличить количество однотипных модулей аппаратуры, обеспечивая возможность применения систем автоматизированного проектирования и изготовления аппаратуры[1].

Необходимость сокращения количества типов конструкций, их унификация как способ повышения технологичности и эффективности производства аппаратуры определили актуальность, цели и задачи использования инновационных технологий при производстве приборов многофункциональных космических аппаратов. Наибольший эффект на этапах разработки, производства и эксплуатации может быть получен только при комплексном подходе к решению вопроса, т.е. внедрения модульного построения и осуществления унификации как схемных, так и конструкторско-технологических решений электронных модулей аппаратуры. Эффективным

является создание базового несущего конструктива (БНК) и применение модульного принципа компоновки из стандартных функционально и конструктивно законченных модулей.

Тема диссертационной работы: «Инновационные технологии при производстве приборов многофункциональных космических аппаратов».

Целью данного исследования является оценка конструкторско-технологического потенциала при создании бортовой радиоэлектронной аппаратуры перспективных спутниковых платформ негерметичного исполнения с длительным сроком активного существования. Отработка гипертеплопроводящих секций для применения в бортовой радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) перспективных спутниковых платформ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующий ряд задач:

1) провести анализ базовых несущих конструкций в иерархии бортовой радиоэлектронной аппаратуры – космического аппарата;

2) провести анализ конструкторских подразделений бортовой радиоэлектронной аппаратуры;

3) провести анализ приборного производства;

4) провести анализ инновационного потенциала при создании бортовой радиоэлектронной аппаратуры;

5) отработка гипертеплопроводящих секций для применения в бортовой радиоэлектронной аппаратуре перспективных спутниковых платформ.

Научная новизна:

Проведена отработка гипертеплопроводящих секций для применения в бортовой РЭА перспективных спутниковых платформ. А именно успешно проведена наземно - экспериментальная отработка климатических и механических испытаний.

[изъято 70 страниц]



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Чеботарев, В. Е. Проектирование космических аппаратов информационного обеспечения: учеб. пособие / В. Е. Чеботарев, В. Е. Косенко Сиб. гос. аэрокосм. ун-т. Красноярск, 2011. 488 с.

2 Горшков, Л. К. Моделирование конструкции космических аппаратов / Л. К. Горшков, Д. А. Мосин, А. Е. Тютюкин // Информация и космос. – 2017. № 3. – С. 147-155.

3 Гуцин, В. Н. Основы устройства и конструирования космических аппаратов: учебное пособие / В. Н. Гуцин. - Москва: Машиностроение, 2012 – 496 с.

4 Основы проектирования летательных аппаратов: науч. изд. / В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов, В. И. Зернов. – Москва: Машиностроение, 2008 – 407 с.

5 Кумбза, К. Ф. Мир электроники. Печатные платы: учебное пособие / К. Ф. Кумбза. - Москва: Техносфера, 2016 – 357 с.

6 Шахнов, В. А. Конструкторско - технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для вузов / В. А. Кумбза. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с.

7 Уразаев, В. Г. Влагозащита печатных плат: учебник / В. Г. Уразаев. - Москва: Техносфера, 2012 - 344с.

8 Калошина, Н. В., Испытания покрытий на основе полипараксилилена: научное издание / Н. В. Калошина, Г. Т. Гречаник. - Москва: Наука, 2008. - 408с.

9 Старостин, Е. А. Защита высокотехнологичных устройств от экстремальных внешних воздействующих факторов / Е. А. Старостин, М. С. Московских, В. В. Двирный, А. П. Лебедев // Материалы XXIII международной научно-практической конференции: решетневские чтения. - Красноярск, 2018. – С. 172–174.

10 Шитова, В. В., Получение диэлектрических пленок полипараксилилена за один технологический цикл / В. В. Шитова, Д. А. Хохлов. - Москва: Мир, 1993. - 420 с.

11 Аксенов, А.И., Отвод тепла в полупроводниковых приборах / А. И. Аксенов, Д. Н. Глушакова. - Москва: Энергия, 1989. – 340 с.

12 Белоусов, Е.Л. Конструирование блоков бортовой авиационной аппаратуры связи / Е.Л. Белоусов, М.Н. Ушкар. – Н. Новгород: НГТУ, 2005. – 237 с.

13 Керн, Д. С., Развитые поверхности теплообмена / Д. С. Керн, А. Р.Краус – Москва: Энергия, 1988. – 464 с.

14 Двирный, В. В. Инновационные технологии при производстве приборов многофункциональных космических аппаратов / В. В. Двирный, Е. П. Маслов, Е. А. Старостин // Материалы XXII международной научно-практической конференции:решетневские чтения. - Красноярск, 2017.– С. 608–609.

15 Нестеров, Д. А. Программный комплекс теплового моделирования бортовой радиоэлектронной аппаратуры с плоскими тепловыми трубами / Д. А. Нестеров, В. В. Деревянко, С. Б. Сунцов // Материалы XX международной научно-практической конференции:решетневские чтения. - Красноярск, 2016.– С. 148–151.

16 Туманов, А. В., Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов : науч. изд. / А. В. Туманов, В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 344 с.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт  
институт  
Межинститутская базовая кафедра  
«Прикладная физика и космические технологии»  
кафедра


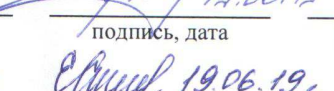
УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
В.Е. Косенко  
подпись      инициалы, фамилия  
« 21 » 06 2019 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

«Инновационные технологии при производстве приборов  
многофункциональных космических аппаратов»  
тема

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
код и наименование направления

15.04.05.02 «Технология космических аппаратов»  
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель	 подпись, дата 21.06.19г.	Профессор МБК ПФ и КТ, д-р техн.наук должность, ученая степень	<u>В.В. Двирный</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата 19.06.19г.		<u>Е.А. Старостин</u> инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата 19.06.19г.	Зам. нач. цеха АО «ИСС» должность, ученая степень	<u>М.С. Московских</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата 19.06.19г.		<u>Е.С. Сидорова</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2019